به نام خداوند جان و خرد

گرانقیمت ترین ثروت انسان دانشی است که خیر و نیکی از آن حاصل شود

درس اجزای ساختمان

گروه آموزشی عمران

مدرس و گردآورنده:

امین هاتف

فصل ۴

اجرای انواع درزهای انبساط، انقباض و زلزله

پاییز ۱۴۰۳

اجرای انواع درزهای انبساط، انقباض و زلزله در سازه‌های عمرانی

۱. مقدمه و اهداف

هدف از این بخش، آشنایی دانشجویان با اصول طراحی و اجرای درزهای انبساط، انقباض و زلزله در ساختمان‌ها و سازه‌های عمرانی است. که با مفاهیم، دلایل استفاده، نحوه اجرا و استانداردهای مرتبط آشنا خواهند شد.

۲. تعریف کلی درزها

درزها (Joints) در سازه‌ها برای جلوگیری از آسیب‌های ناشی از تغییر شکل‌ها (مانند انبساط، انقباض، یا نیروهای لرزه‌ای) تعبیه می‌شوند.

- درز انبساط: برای جذب تغییرات ناشی از انبساط حرارتی.
- درز انقباض: جهت کنترل ترک‌خوردگی ناشی از جمع‌شدگی بتن.
- درز زلزله (انقطاع): برای جداسازی بخش‌های سازه به‌منظور کاهش اثر زلزله.

۳. درز انبساط (Expansion Joint)

تعریف و عملکرد:

درز انبساط، فضای خالی بین بخش‌های مختلف یک سازه است که اجازه حرکت افقی ناشی از تغییرات دما را می‌دهد.

کاربردها:

- در ساختمان‌های بلند با طول بیش از ۵۰ متر
- در پل‌ها و بزرگراه‌ها
- مخازن و سوله‌های صنعتی

ضرورت استفاده از درز انبساط در ساختمان چیست؟

مصالح ساختمان‌ها وقتی که در هوای گرم دچار انبساط می‌شوند و در مواجه با هوای سرد انقباض پیدا می‌کنند؛ فضایی بین آن‌ها به وجود می‌آید و اگر فضای کافی برای تغییرات نداشته باشند؛ دچار شکستگی و خرابی می‌شوند.

درز انبساط با دادن فضا به مصالح از این که دیوارها ترک بخورد و ساختمان دچار خرابی شود، جلوگیری می‌کنند.

ساختمان‌هایی که از جنس بتن ساخته شده‌اند؛ به این دلیل که انعطاف پذیری ندارند و سفت و سخت هستند، در مواجه با تغییرات دما دچار تخریب می‌شوند و در این جا درز انبساط ضرورت خود را نشان می‌دهد.

علاوه بر این درز انبساط بین ساختمان‌ها فواید دیگری هم دارند.

این درزها با فاصله‌ای که بین سازه‌ها ایجاد می‌کند؛ باعث می‌شود که ایمنی ساختمان در برابر لرزش و ارتعاشات افزایش پیدا کند، در واقع مثل ضربه گیر عمل می‌کند.

در مواردی هم به خاطر فاصله‌ای که بین اجزای ساختمان به وجود می‌آورد؛ در مواردی که در قسمتی از ساختمان آتش سوزی رخ می‌دهد، از این که آتش به قسمت‌های دیگر هم سرایت کند، جلوگیری می‌شود. کاربرد درز های انبساط ساختمان های مسکونی و اداری فراتر از صرفا کنترل حرکات ناشی از انبساط های حرارتی است. این درزهای انبساط هم چنین به کنترل ارتعاشات و لرزش های کوچک و بزرگ، انتقال بار زنده میان اجزای مختلف ساختمانی و محافظت از اجزای مختلف ساختمان در بابر رطوبت کمک می کند.

حتی در مواردی مهندسان از مصالح ضد اشتعال در ساخت درزها استفاده می‌کنند تا ایمنی در برابر آتش سوزی را به بالا ترین حد خود برسانند.

همینطور بعضی از مصالح به کار رفته در ساخت درزها، ضد رطوبت هستند و رطوبت هوا را به خود جذب می‌کنند و مانع از این می‌شوند که رطوبت باعث خرابی ساختمان شود.

روش‌های اجرا:

۱. فاصله‌گذاری مناسب: بر اساس نوع مصالح، فاصله استاندارد معمولاً ۳۰ تا ۵۰ متر است.
۲. پوشش درز: استفاده از نوارهای لاستیکی، پروفیل‌های فلزی یا مواد پلیمری.
۳. عایق‌کاری: درزها باید با موادی مانند ماستیک یا مواد الاستومری پر شوند.

استانداردهای مورد نظر عبارتند از ACI 224.3R و مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان

جزئیات اجرایی و روش‌های نصب درزها در سازه‌های عمرانی

۱. جزئیات اجرایی درز انبساط (Expansion Joint)

هدف:

جلوگیری از ترک‌خوردگی ناشی از انبساط حرارتی و تغییرات ابعادی.

مراحل اجرایی:

۱. طراحی محل درز:

انتخاب محل مناسب در پلان بر اساس ابعاد و شکل ساختمان.

معمولاً هر ۳۰ تا ۵۰ متر، یک درز تعبیه می‌شود.

۲. ایجاد درز:

در مرحله بتن‌ریزی، محل درزها با قالب‌گذاری جدا شده و پس از گیرش اولیه بتن، درز با موادی مانند ماستیک پر می‌شود.

در سازه‌های فلزی، با جداسازی اعضا و استفاده از اتصالات انعطاف‌پذیر، درزها ایجاد می‌شوند.

۳. نصب پروفیل و پوشش:

پروفیل‌های فلزی یا لاستیکی: برای جلوگیری از ورود آب و گردوغبار.

عایق‌کاری: استفاده از مواد انعطاف‌پذیر مانند پلی‌اورتان یا سیلیکون.

۴. کنترل کیفی:

بررسی تراز بودن درزها و آزمایش انعطاف‌پذیری مواد پوشش‌دهنده.

تعبیه درز انبساط در ساختمان‌ها قانونی و اجباری است؟

به این خاطر که درزهای انبساط ارتباط مستقیمی با استحکام و ایمنی ساختمان دارند و اگر نباشند و یا اصولی به کار برده نشوند، برای ساکنان و همینطور همسایه‌ها خطر آفرین هستند؛ مهندسان و ساختمان سازان به صورت اجباری باید درز انبساط را در ساختمان طراحی کنند و اگر از قوانین ملی ساختمان و آیین نامه‌ی ۲۸۰۰ تخلف کنند، مورد پیگرد قانونی قرار می‌گیرند و مسئول جان و مال مردم هستند.

مشکلات ناشی از نصب اشتباه درز انبساط

– نشت آب: در فصل های بارانی آب می تواند از طریق درزهای انبساط که به خوبی عایق کاری نشده اند به فضاهای داخلی ساختمان ها راه یابد که با خساراتی همراه خواهد بود.

– افزایش حشرات: حشرات مزاحم می توانند از طرق فضاهای موجود که به درستی پر نشده اند به داخل ساختمان راه پیدا کنند و از طرفی هم این فضاهای داخلی و خالی باید به درستی با (چسب پلی اورتان) درزگیری شوند.

از چه مصالحی برای ساختن درز انبساط ساختمان استفاده می‌شود؟

مصالحی که برای پر کردن درزها استفاده می‌شود باید قابلیت ارتجاعی و انعطاف پذیری داشته باشد و هیچ گاه درزها نباید از مصالح سنگین پر شود؛ به این خاطر که بتواند به مصالح فضای بسط پیدا کردن بدهد و خودش هم تخریب نشود و باعث نشود که در اثر فشار فرو بپاشد.

به این خاطر که دسترسی به فضای درزها در مواردی بسیار سخت است و برای تعمیر و ترمیم آن‌ها نیاز است که ساختمان تخریب شود و بنایی صورت بگیرد؛ استفاده از مصالح با کیفیت خوب و دوام زیاد بسیار مهم است، چرا که ساختمان‌ها سالیان طولانی عمر می‌کنند و باید درزها هم قابلیت ماندگاری داشته باشند.

۴. درز انقباض (Contraction Joint)

تعریف و عملکرد:

کنترل ترک‌های ناشی از جمع‌شدگی بتن در حین خشک‌شدن، از طریق ایجاد شیارهای کنترل‌شده.

کاربردها:

کف‌های بتنی (مانند پارکینگ‌ها و پیاده‌روها)

دیوارهای بتنی با طول زیاد.

درزهای انقباض برای حرکت یک دال یا دیوار در صفحه خودش، تعبیه می شوند و موجب می شوند که ترک های جمع شدگی ناشی از خشک شدن و **ترک های جمع شدگی** حرارتی در محل های از پیش تعیین شده ای پدید آیند .**درزهای انقباض**)که گاهی به آن ها **درزهای کنترل** نیز می گویند) باید چنان اجرا شوند که انتقال بارهای عمود بر صفحه دال یا دیوار را میسر کنند. اگر از درزهای انقباض استفاده نشود یا چنانچه فاصله آنها در دالهای روی زمین یا در دیواره های با آرماتور بندی سبک بسیار زیاد باشد، وقتی جمع شدگی ناشی از خشک شدن یا حرارت باعث به وجود آمدن کشش بزرگتری نسبت به مقاومت کششی بتن شود، ترک های تصادفی بروز خواهد کرد. در ساختمان های با پلان منظمی که نسبت طول به عرض ساختمان از ۳ بیشتر است باید با ایجاد درز انقطاع آن را به مستطیل هایی تبدیل کرد که نسبت طول به عرض آن ها از ۳ بیشتر نباشد.
معمولا بتن، تحت **جمع شدگی خمیری** و **خشک شدگی** قرار می گیرد و چنانچه جمع شدگی تحت قید قرار بگیرد، بتن احتمالا ترک می خورد. برای جلوگیری از بروز ترکها در سطح بتن، درزهای انقباض تعبیه
می شود. در مواردی که میلگرد به اندازه کافی در عضو بتنی در نظر گرفته شده باشد تا تنش های جمع شدگی را تحمل کند، نیاز به **درز انقباض بتن** نیست. در چنین مواردی، میلگرد از تشکیل ترک های قابل رویت جلوگیری می کند. منظور از ایجاد درزهای انقباض(کنترل یا جمع شدگی)، تعیین محل هایی از قبل پیش بینی شده برای بروز ترکه است. به عبارت دیگر، چنانچه درزهای انقباض در عضو بتنی ایجاد نگردد و یا در **فواصل نادرست** اجرا شود، ترک ها در محل های نامشخص به وجود می آیند.
با **ایجاد درزهای انقباض**، یک منطقه ضعیف ایجاد می گردد که ترک های جمع شدگی در همان محلات شکل می گیرند.

روش‌های اجرا:

۱. ایجاد شیارها: در یک‌سوم عمق بتن و با فواصل ۳ تا ۵ متر.
۲. پر کردن درز: با مواد انعطاف‌پذیر مانند ماستیک برای جلوگیری از نفوذ آب.

استانداردها شامل ASTM C94 و مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان می شود.

جزئیات اجرایی درز انقباض (Contraction Joint)

مراحل اجرایی:

۱. ایجاد شیار:

شیارها معمولاً در عمق یک‌سوم ضخامت بتن ایجاد می‌شوند.

فاصله بین شیارها در کف‌های بتنی معمولاً ۳ تا ۵ متر است.

۲. ابزارهای برش:

استفاده از دستگاه‌های برش بتن (Joint Cutter) برای ایجاد شیار.

شیارها باید مستقیم و یکنواخت باشند.

۳. پر کردن شیار:

استفاده از درزگیرهای انعطاف‌پذیر مانند ماستیک‌های پلی‌یورتان یا سیلیکون.

اطمینان از چسبندگی مناسب مواد به لبه‌های شیار.

جدول (۱) حداکثر فاصله درزهای انقباضی

اسلامپ کمتر از ۱۰۰ mm فواصل درزها (متر)	اسلامپ ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیمتر- فواصل درزها (متر)	اسلامپ ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلیمتر- فواصل درزها (متر)*	ضخامت دال (mm)
	حداکثر اندازه سنگدانه بیش از mm20	حداکثر اندازه سنگدانهmm20	
60/3	4/2	0/3	100
50/4	0/3	90/3	125
40/5	60/3	50/4	150
30/6	20/4	40/5	175
20/7	80/4	00/6	200
10/8	40/5	90/6	225
0/9	00/6	50/7	250

شایان ذکر است، **مقادیر اسلامپ** ذکر شده برای بتن بدون استفاده از مواد افزودنی **روان کننده یا فوق روان کننده** است و چنانچه از بتن با مواد افزودنی استفاده گردد، اسلامپ قبل از استفاده از **مواد افزودنی بتن** است.

پ) برای انتقال بهتر نیرو در محل درزهای انقباض می توان از میلگرد (داول) در وسط ضخامت دال استفاده نمود .**مشخصات میلگرد** در جدول (۲)، ارائه شده است. در هنگام تعبیه باید دقت نمود تا میلگرد به بتن پیوستگی نداشته باشد.

جدول (۲) فواصل میلگردها در درزهای

ضخامت دال (mm)	قطر میلگرد (mm)	طول میلگرد (mm)	فواصل میلگرد (mm)
150-120	20	400	300
200-180	25	460	300
280-230	35	460	300

۴. درز زلزله (Seismic Joint)

تعریف و عملکرد:

برای جلوگیری از انتقال نیروهای لرزه‌ای بین قسمت‌های مختلف ساختمان.

کاربردها:

ساختمان‌های بزرگ و پیچیده

پل‌ها و تقاطع‌های شهری

روش‌های اجرا:

۱. ایجاد فاصله سازه‌ای: بر اساس تحلیل سازه‌ای، این فاصله معمولاً چند سانتی‌متر تا چند ده سانتی‌متر است.
۲. پوشش مناسب: با استفاده از پروفیل‌های انعطاف‌پذیر یا مفصل‌های ضربه‌گیر.

استانداردها شامل استاندارد ۲۸۰۰ ایران (طرح لرزه‌ای) و ASCE 7-16 می شود.

جزئیات اجرایی درز زلزله (Seismic Joint)

هدف:

جدا کردن بخش‌های مختلف سازه برای جذب انرژی زلزله و جلوگیری از انتقال نیروهای جانبی.

مراحل اجرایی:

۱. طراحی درز:

تعیین عرض درز بر اساس نوع سازه و شدت زلزله طراحی‌شده.

معمولاً عرض درز انقطاع بین ۲ تا ۱۰ سانتی‌متر است.

۲. ایجاد فضای درز:

در هنگام ساخت، بخش‌های مجاور ساختمان کاملاً از یکدیگر جدا می‌شوند.

برای پوشش، از مفصل‌های لغزنده و ضربه‌گیر استفاده می‌شود.

۳. نصب ضربه‌گیرها:

استفاده از الاستومرهای ضربه‌گیر یا مفصل‌های پیش‌ساخته.

در ساختمان‌های بلند، درزها باید در تمام طبقات ادامه داشته باشند.

۴. کنترل و نگهداری:

بررسی دوره‌ای درزها برای اطمینان از عملکرد صحیح در طول زمان.

۵. نکات اجرایی مهم:

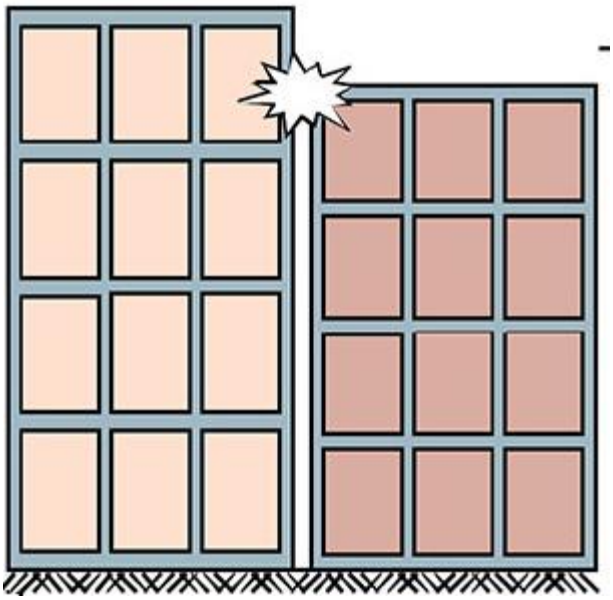
آب‌بندی: درزها باید به‌خوبی در برابر نفوذ آب و رطوبت محافظت شوند.

انعطاف‌پذیری مواد: مواد مورد استفاده در درزها باید خاصیت انعطاف‌پذیری بالایی داشته باشند تا در برابر تغییرات سازه‌ای مقاومت کنند.

کنترل اجرا: نظارت مستمر در مراحل مختلف اجرا ضروری است تا درزها مطابق طراحی و استانداردها اجرا شوند.

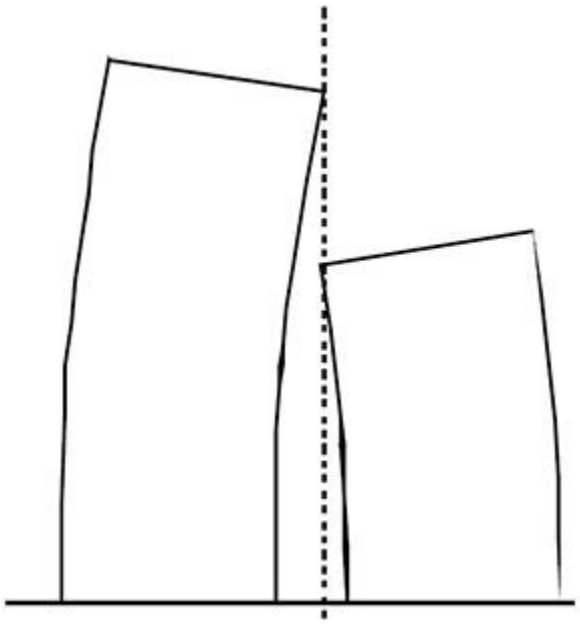
درز انقطاع چیست؟

با توجه به رفتار سازه‌ها در هنگام زلزله و حرکت آن‌ها که می‌تواند باعث نزدیک شدن دو سازه مجاور هم به یکدیگر و در نهایت برخورد آن‌ها شود، لازم است درزی بین دو ساختمان مجاور هم لحاظ شود که به آن **درز انقطاع** می‌گویند. پیش بینی درز انقطاع باعث وجود یک فاصله ایمن بین دو ساختمان شده و از برخورد آن‌ها در هنگام زلزله به یکدیگر جلوگیری می‌کند.



اهیمت درز انقطاع

محاسبه درز انقطاع و در نظر گرفتن آن در آیین نامه طراحی ساختمان استاندارد ۲۸۰۰ به این صورت گفته شده که لازم است برای حذف یا کاهش خسارات ناشی از ضربه ساختمان‌های مجاور به یکدیگر در هنگام زلزله، درز انقطاع لحاظ شود. در واقع ساختمان‌ها با پیش بینی این درز از یکدیگر جدا شده و فاصله‌ای بین آن‌ها به وجود می‌آید.



همچنین پس از ساخت ساختمان می‌توان با استفاده از مصالح کم مقاومت اقدام به پر کردن درز انقطاع نمود به طوریکه در هنگام وقوع زلزله بر اثر برخورد دو ساختمان، این مصالح به راحتی خرد شده تا بعد از وقوع زلزله آن‌ها را با مصالح جدید جایگزین کنیم.

محاسبه مقدار درز انقطاع

طبق استاندارد ۲۸۰۰ ویرایش چهارم محاسبه درز انقطاع برای ساختمان‌های با ۸ طبقه و کمتر متفاوت از ساختمان‌های با ۸ طبقه و بیشتر هستند. برای ساختمان‌های با هشت طبقه یا کمتر گفته شده که فاصله هر طبقه از مرز زمین مجاور باید حداقل به اندازه پنج هزارم ارتفاع آن طبقه از روی تراز پایه باشد.

به عنوان مثال برای ساختمان با تراز ارتفاعی ۲۰ متر (۲۰۰۰ سانتی‌متر)، این مقدار را در ۰.۰۰۵ ضرب کرده تا عدد ۱۰ به دست آید. یعنی مقدار درز انقطاع در این تراز ارتفاعی باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر باشد. دقت کنید اگر ساختمان کناری ۳۰ متر ارتفاع داشته باشد آن ساختمان نیز باید ۱۵ سانتی‌متر درز رعایت کند. آنچه که بعد از ساخت دو ساختمان باقی می‌ماند درز ۲۵ سانتی‌متری است. اما هر ساختمان صرفا موظف به رعایت درز انقطاع خود می‌باشد.

برای ساختمان‌های با ۸ طبقه یا بیشتر و همینطور ساختمان‌های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد با هر تعداد طبقه، عرض درز انقطاع بین ساختمان و ساختمان کناری را با استفاده از تغییر مکان جانبی غیرخطی طرح و با در نظر گرفتن اثر پی – دلتا تعیین می‌کنند. برای این کار ابتدا تغییر مکان برای هر دو ساختمان محاسبه شده، با استفاده از جذر مجموع مربعات دو عدد، درز انقطاع را محاسبه می‌کنند.

طبق این استاندارد اگر به مشخصات ساختمان مجاور دسترسی نباشد، حداقل فاصله هر طبقه از زمین مجاور باید برابر هفتاد درصد مقدار تغییر جانبی غیر خطی طرح در آن طبقه ساختمان در نظر گرفته شود.

منظور از ساختمان‌های با اهمیت زیاد و خیلی زیاد بیمارستان، فرودگاه، تاسیسات نظامی و به طور کلی ساختمان‌هایی است که با توجه به کاربری آن‌ها، میزان آسیب وارده به علت زلزله از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است.

فرمول محاسبه درز انقطاع ساختمان

همانطور که در قسمت قبل توضیح دادیم فرمول محاسبه درز انقطاع ساختمان برابر است با:

مقدار درز انقطاع = h × 0.005

که در این رابطه h فاصله بین تراز ارتفاع سازه از تراز پایه است. برای مثال اگر فاصله کف بام تا کف پایین‌ترین طبقه از ساختمان ۱۶ متر باشد، داریم:

۱۶ × ۰.۰۰۵ = ۰.۰۸ متر

یعنی طبق فرمول، مقدار درز انقطاع برای این ساختمان برابر ۸ سانتی‌متر است.

شاید در برخی از مطالب فرمول بالا را به صورت h/200 دیده باشید. لازم به ذکر است که این فرمول ساده شده فرمول اصلی بوده (۰.۰۰۵ یعنی ۵ تقسیم بر ۱۰۰۰) و در مقدار نهایی تفاوتی ایجاد نمی‌کند.

اجرای درزهای انبساط، انقباض و زلزله در پروژه‌های عمرانی همواره با چالش‌هایی روبه‌رو است که نیاز به توجه دقیق دارد. در زیر برخی از مشکلات رایج و راهکارهای مقابله با آن‌ها آورده شده است:

مشکلات در اجرای درز انبساط

مشکل: عدم انتخاب صحیح محل درز

یکی از مشکلات رایج این است که در برخی پروژه‌ها، مهندسان محل‌های مناسب برای نصب درز انبساط را انتخاب نمی‌کنند. این می‌تواند منجر به ترک‌خوردگی و خرابی‌های غیرمنتظره در سازه شود.

راهکار:

مطالعه دقیق نقشه‌ها و تحلیل شرایط محیطی: باید بررسی دقیقی از ابعاد سازه، نوع مصالح، شرایط آب و هوایی و حرکات احتمالی انجام شود.

استفاده از نرم‌افزارهای شبیه‌سازی: نرم‌افزارهای تحلیل حرارتی می‌توانند به مهندسان کمک کنند تا مکان دقیق درزها را تعیین کنند.

مشکلات در اجرای درز انقباض

مشکل: برش ناکافی و ایجاد شیارهای ناصاف

در برخی موارد، برش‌های ایجادشده برای درزهای انقباض به‌طور یکنواخت انجام نمی‌شود. این برش‌ها ممکن است باعث ترک‌خوردگی در مناطق دیگر بتن شود.

راهکار:

استفاده از تجهیزات برش پیشرفته: استفاده از دستگاه‌های برش دقیق، مانند "Joint Cutter"، می‌تواند شیارهای یکنواخت و با عمق استاندارد ایجاد کند.

کنترل عمق و فاصله شیارها: فاصله استاندارد شیارها باید با توجه به ضخامت بتن و نوع آن رعایت شود.

مشکلات در نصب درز زلزله (Seismic Joint)

مشکل: عدم رعایت استانداردهای طراحی و اندازه‌گیری اشتباه درز

در برخی پروژه‌ها، فاصله درز زلزله به‌طور اشتباه تعیین می‌شود که می‌تواند باعث آسیب‌دیدگی جدی در حین وقوع زلزله شود.

راهکار:

رعایت دقیق استانداردها و محاسبات لرزه‌ای: باید از استانداردهای مربوطه مانند مبحث ۹ مقررات ملی و ASCE 7-16 پیروی شود تا درزها به‌طور دقیق و صحیح محاسبه و اجرا شوند.

استفاده از مفصل‌های انعطاف‌پذیر و ضربه‌گیر: مفصل‌های پیش‌ساخته با خاصیت انعطاف‌پذیری بالا می‌توانند از انتقال نیروهای لرزه‌ای به سازه جلوگیری کنند.

مشکلات در نصب پوشش‌های درزها (مانند پروفیل‌ها و ماستیک‌ها)

مشکل: نشست یا شکست پوشش‌ها

پوشش‌های استفاده‌شده در درزها مانند ماستیک‌ها، ورق‌های فلزی یا پروفیل‌ها ممکن است در اثر تغییرات دما یا فشار دچار شکست یا نشست شوند.

راهکار:

استفاده از مواد با مقاومت بالا: استفاده از مواد مقاوم به شرایط محیطی مانند ماستیک‌های پلی‌یورتانی یا سیلیکونی با ویژگی‌های ضدآب و مقاوم در برابر UV.

نصب صحیح: باید دقت شود که مواد به‌طور یکنواخت و بدون هیچ‌گونه نقص در سراسر درز نصب شوند.

مشکلات اجرایی در سازه‌های با پیچیدگی بالا (مانند پل‌ها و برج‌ها)

مشکل: تعامل پیچیده بین اعضای مختلف سازه

در پروژه‌های پیچیده مانند برج‌ها و پل‌ها، هماهنگی اجرای درزها بین بخش‌های مختلف سازه بسیار دشوار است.

راهکار:

طراحی دقیق و هماهنگ: طراحی باید شامل تمام جزئیات اجرایی درزها، از جمله محل‌های دقیق، اندازه‌ها و نوع مواد مورد استفاده باشد. همکاری بین تیم‌های مهندسی مختلف نیز در این بخش اهمیت دارد.

مدیریت پروژه: استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت پروژه و شبیه‌سازی سازه برای پیش‌بینی تعاملات و مشکلات احتمالی می‌تواند کمک‌کننده باشد.

نتیجه‌گیری:

اجرای درست درزهای انبساط، انقباض و زلزله در پروژه‌های عمرانی می‌تواند مشکلات بزرگی را پیشگیری کند، اما نیاز به دقت در طراحی، انتخاب مواد مناسب، و نظارت مستمر دارد. رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی و استفاده از تکنولوژی‌های جدید برای شبیه‌سازی و کنترل کیفیت می‌تواند به حل این مشکلات کمک کند.

در اینجا به ارائه مشکلات اجرایی درزها پرداخته‌ایم:

۱. مشکل: عدم انتخاب صحیح محل درز انبساط

پروژه: برج‌های دوقلو در نیویورک (World Trade Center 2)

در پروژه ساخت برج‌های دوقلو، به دلیل ابعاد بزرگ و ارتفاع زیاد، انتخاب محل مناسب برای درزهای انبساط یکی از چالش‌های مهم بود. برخی از درزها به درستی طراحی نشده بودند که منجر به انبساط بیش از حد در برخی قسمت‌ها و آسیب به سازه شد.

راهکار:

استفاده از شبیه‌سازی‌های حرارتی و تحلیل دقیق شرایط محیطی کمک کرد تا درزها در نقاط مناسب طراحی شوند و حرکت سازه به‌خوبی مدیریت شود. علاوه بر این، از پروفیل‌های فلزی و لاستیکی با قابلیت انعطاف بالا استفاده شد.

۲. مشکل: برش ناکافی شیارهای انقباض

پروژه: کف‌سازی‌های بتنی در پارکینگ‌های زیرزمینی برج‌ها

در پروژه‌هایی مانند پارکینگ‌های زیرزمینی برج‌ها، برش شیارهای انقباض به‌طور یکنواخت صورت نگرفت. این موضوع باعث شد تا در برخی از بخش‌های بتن ترک‌های غیرمنتظره به وجود آید.

راهکار:

استفاده از دستگاه‌های برش مخصوص و نظارت دقیق بر عملیات برش از مشکلات مشابه جلوگیری کرد. در پروژه‌های مشابه، شیارها به‌طور دقیق و با عمق استاندارد ایجاد شدند تا از ترک‌خوردگی جلوگیری شود.

۳. مشکل: عدم رعایت استانداردهای طراحی در درزهای زلزله

پروژه: پل‌های شهری در تهران

در پروژه‌های پل‌سازی در تهران، مخصوصاً در پل‌هایی که در نقاط حساس و با احتمال بالای زلزله واقع شده‌اند، درزهای زلزله به‌درستی طراحی نشده بود. این امر ممکن است در صورت وقوع زلزله به انتقال نیروهای لرزه‌ای منجر شود و آسیب جدی به سازه‌ها وارد کند.

راهکار:

با استفاده از استانداردهای ملی و بین‌المللی مانند استاندارد ۲۸۰۰ ایران و ASCE 7-16، درزهای انقطاع به‌طور دقیق و به‌ویژه در قسمت‌هایی که بیشترین لرزش را تجربه می‌کنند، طراحی و اجرا شدند. این کار شامل نصب مفصل‌های ضربه‌گیر و مواد الاستومری برای جذب نیروهای لرزه‌ای بود.

۵. مشکل: عدم نگهداری و بررسی‌های دوره‌ای درزها

پروژه: ساختارهای بتنی در بندرهای بزرگ

در بندرهای بزرگ، به‌ویژه در نقاطی که تماس مستقیم با آب دارند، برخی از درزها به دلیل عدم بررسی‌های دوره‌ای دچار مشکلاتی مانند نشتی یا خوردگی شدند.

راهکار:

برنامه‌های نگهداری و بازرسی‌های دوره‌ای برای بررسی عملکرد درزها در این پروژه‌ها اعمال شد. علاوه بر این، برای جلوگیری از مشکلات بعدی، از مواد مقاوم در برابر خوردگی و مواد ضدآب استفاده شد.

این مثال‌ها نشان می‌دهند که هر پروژه عمرانی با چالش‌های خاص خود روبه‌رو است، و برای حل مشکلات اجرایی، استفاده از روش‌های استاندارد، مواد مناسب، و نظارت دقیق ضروری است.

Here's a comprehensive overview of building joints, with real-world examples, common issues, and images for each:

در اینجا یک نمای کلی جامع از اتصالات ساختمان، با مثال های واقعی، مسائل رایج و تصاویر برای هر کدام آورده شده است:

Types of Building Joints:

.۱Expansion Joints: These allow for thermal expansion and contraction in structures, preventing cracks due to temperature changes. They’re crucial in long structures like bridges, where they absorb dynamic forces and temperature shifts. Materials like rubber or metal are common. For example, bridge expansion joints often use finger or modular joints to handle large movements while maintaining smooth traffic flow.

انواع اتصالات ساختمانی:

۱. درزهای انبساط: این اتصالات اجازه انبساط و انقباض حرارتی در سازه ها را می دهد و از ایجاد ترک در اثر تغییرات دما جلوگیری می کند. آنها در ساختارهای طولانی مانند پل ها، جایی که نیروهای دینامیکی و تغییرات دما را جذب می کنند، بسیار مهم هستند. موادی مانند لاستیک یا فلز رایج هستند. به عنوان مثال، اتصالات انبساط پل اغلب از اتصالات انگشتی یا مدولار برای انجام حرکات بزرگ و در عین حال حفظ جریان ترافیکی روان استفاده می کنند.

۲.Contraction (Control) Joints: These are designed to manage shrinkage in concrete and masonry, directing cracks to specific locations. For instance, in concrete pavements, saw-cut joints control cracking as the concrete cures.

۲ .اتصالات انقباضی (کنترلی): این اتصالات برای مدیریت انقباض در بتن و بنایی طراحی شده اند و ترک ها را به مکان های خاص هدایت می کنند. به عنوان مثال، در روسازی های بتنی، اتصالات برش اره، ترک خوردگی را کنترل می کنند تا بتن بهبود یابد.

۳.Seismic Joints: Essential in earthquake-prone areas, seismic joints allow buildings to move independently during seismic activity. They often involve wide, flexible joints that can accommodate significant lateral movement.

3.اتصالات لرزه ای: در مناطق زلزله خیز ضروری است، اتصالات لرزه ای به ساختمان ها اجازه می دهد تا در طول فعالیت های لرزه ای به طور مستقل حرکت کنند. آنها اغلب شامل مفاصل گسترده و انعطاف پذیر هستند که می توانند حرکت جانبی قابل توجهی را در خود جای دهند.

Real-World Examples:

Expansion Joints in Bridges: The Golden Gate Bridge uses expansion joints to cope with temperature changes and heavy loads, employing modular joints made of steel and elastomeric materials.

مثال های دنیای واقعی:

اتصالات انبساطی در پل ها: پل گلدن گیت از اتصالات انبساط برای مقابله با تغییرات دما و بارهای سنگین استفاده می کند و از اتصالات مدولار ساخته شده از فولاد و مواد الاستومری استفاده می کند.

Seismic Joints in Skyscrapers: In the Taipei 101 tower, seismic joints are integrated with dampers to absorb vibrations during earthquakes, ensuring the building's safety.

اتصالات لرزه ای در آسمان خراش ها: در برج تایپه ۱۰۱، اتصالات لرزه ای با دمپرهایی یکپارچه شده اند تا لرزش ها را در هنگام زلزله جذب کنند و ایمنی ساختمان را تضمین کنند.

Control Joints in Concrete Buildings: Many modern skyscrapers incorporate control joints in their facades to manage shrinkage without visible cracking.

اتصالات کنترلی در ساختمان های بتنی: بسیاری از آسمان خراش های مدرن از اتصالات کنترلی در نمای خود استفاده می کنند تا انقباض را بدون ترک های قابل مشاهده مدیریت کنند.

Common Issues and Solutions:

Improper Installation: Misaligned or improperly sealed expansion joints can lead to water ingress or structural failure. Proper waterproofing and alignment during installation prevent such issues.

Material Degradation: Rubber joints may degrade under UV exposure. Using UV-resistant materials or periodic maintenance ensures longevity.

مسائل و راه حل های رایج:

نصب نادرست: درزهای انبساط نامناسب یا درزبندی نادرست می تواند منجر به ورود آب یا خرابی سازه شود. عایق رطوبتی و تراز مناسب در هنگام نصب از بروز چنین مسائلی جلوگیری می کند.

تخریب مواد: اتصالات لاستیکی ممکن است تحت قرار گرفتن در معرض UV تخریب شوند. استفاده از مواد مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش یا نگهداری دوره ای طول عمر را تضمین می کند.

Inadequate Joint Size: If the joint size is too small, it won't accommodate thermal movement, causing cracks. Proper calculations and design standards, such as ensuring joints are placed every 30-45 meters in concrete, help avoid this problem.

اندازه مفصل نامناسب: اگر اندازه مفصل خیلی کوچک باشد، حرکت حرارتی را در خود جای نمی دهد و باعث ایجاد ترک می شود. محاسبات و استانداردهای طراحی مناسب، مانند اطمینان از قرار دادن اتصالات در هر ۳۰–۴۵ متر در بتن، به جلوگیری از این مشکل کمک می کند.

These resources include diagrams and detailed case studies on the use of expansion and seismic joints in major infrastructure projects.

Detailed Overview of Building Joints with Real-World Examples and Solutions

این منابع شامل نمودارها و مطالعات موردی دقیق در مورد استفاده از درزهای انبساطی و لرزه ای در پروژه های زیربنایی بزرگ است.

بررسی اجمالی مفصل ساختن اتصالات با مثال ها و راه حل های واقعی

۱.Expansion Joints

Purpose: Allow structures to expand and contract due to temperature changes, preventing cracking or deformation.

Materials: Common materials include rubber, steel, and composite materials.

1.مفاصل انبساط

هدف: اجازه دهید سازه ها به دلیل تغییرات دما منبسط و منقبض شوند و از ترک خوردن یا تغییر شکل جلوگیری شود.

مواد: مواد متداول عبارتند از لاستیک، فولاد و مواد کامپوزیت.

Example: Golden Gate Bridge, USA

The Golden Gate Bridge features modular expansion joints that absorb thermal expansion and traffic-induced vibrations. These joints prevent structural damage by accommodating movements in multiple directions.

مثال: پل گلدن گیت، ایالات متحده آمریکا

پل گلدن گیت دارای اتصالات انبساط مدولار است که انبساط حرارتی و ارتعاشات ناشی از ترافیک را جذب می کند. این اتصالات با انطباق با حرکات در جهات مختلف از آسیب ساختاری جلوگیری می کنند.

Common Issues:

Alignment Errors: Misalignment during installation can lead to joint malfunction or uneven load distribution.

Solution: Use laser alignment tools and strict quality control during installation.

مسائل رایج:

خطاهای تراز: ناهماهنگی در حین نصب می تواند منجر به خرابی مفصل یا توزیع ناهموار بار شود.

راه حل: در حین نصب از ابزارهای تراز لیزری و کنترل کیفیت دقیق استفاده کنید.

Material Degradation: Rubber expansion joints are vulnerable to UV radiation and weathering.

Solution: Use UV-resistant materials, such as neoprene or EPDM rubber, which offer better durability.

تخریب مواد: اتصالات انبساط لاستیکی در برابر اشعه UV و هوا آسیب پذیر هستند.

راه حل: از مواد مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش مانند نئوپرن یا لاستیک EPDM استفاده کنید که دوام بهتری دارند.

۲.Contraction (Control) Joints

Purpose: Control shrinkage cracks in concrete by directing them to specific, pre-determined locations.

Materials: Typically formed by saw cuts or pre-molded inserts.

2.مفاصل انقباضی (کنترلی).

هدف: کنترل ترک های انقباض در بتن با هدایت آنها به مکان های خاص و از پیش تعیین شده.

مواد: به طور معمول توسط برش های اره یا درج های از قبل قالب گیری شده تشکیل می شوند.

Example: Burj Khalifa, Dubai

In the Burj Khalifa, control joints were strategically placed in concrete elements to prevent uncontrolled cracking due to shrinkage.

مثال: برج خلیفه، دبی

در برج خلیفه، اتصالات کنترلی به صورت استراتژیک در عناصر بتنی قرار داده شد تا از ترک‌خوردگی کنترل نشده در اثر انقباض جلوگیری شود.

Insufficient Depth or Placement: If the joints are not cut deep enough or are spaced too far apart, cracks may form elsewhere.

Solution: Follow industry standards (e.g., cut to a depth of at least 1/4th the slab thickness) and use proper spacing.

عمق یا قرارگیری ناکافی: اگر مفاصل به اندازه کافی عمیق بریده نشوند یا از هم فاصله زیادی داشته باشند، ممکن است در جای دیگری ترک ایجاد شود.

راه حل: از استانداردهای صنعتی پیروی کنید (به عنوان مثال، برش را به عمق حداقل ۴/۱ ضخامت دال برش دهید) و از فاصله مناسب استفاده کنید.

3 .Seismic Joints

Purpose: Allow independent movement of building sections during seismic events, reducing the risk of structural failure.

Materials: Flexible elastomeric materials, steel plates, or dampers

۳ .اتصالات لرزه ای

هدف: امکان حرکت مستقل بخش های ساختمان در طول رویدادهای لرزه ای، کاهش خطر شکست سازه.

مواد: مواد الاستومری انعطاف پذیر، صفحات فولادی یا دمپرها..

Example: Taipei 101, Taiwan

Seismic joints and a massive tuned mass damper allow Taipei 101 to withstand strong earthquakes and typhoons. The joints isolate different sections of the building to absorb seismic energy.

مثال: تایپه ۱۰۱، تایوان

اتصالات لرزه ای و میراگر جرمی تنظیم شده عظیم به تایپه ۱۰۱ اجازه می دهد تا در برابر زلزله های قوی و طوفان مقاومت کند. اتصالات بخش های مختلف ساختمان را برای جذب انرژی لرزه ای جدا می کند.

Common Issues:

Incorrect Joint Width: If the seismic joint is too narrow, it can close during an earthquake, causing damage.

Solution: Conduct seismic analysis to determine the appropriate joint width based on expected lateral displacement.

مسائل رایج:

عرض مفصل نادرست: اگر مفصل لرزه ای بیش از حد باریک باشد، در هنگام زلزله بسته می شود و باعث آسیب می شود.

راه حل: انجام تحلیل لرزه ای برای تعیین عرض اتصال مناسب بر اساس جابجایی جانبی مورد انتظار.

Common Challenges and Solutions in Joint Implementation

1 .Water Ingress: Joints, especially in roofs and basements, are prone to water leaks.

Solution: Use waterproof membranes and regularly inspect joint seals.

چالش ها و راه حل های مشترک در اجرای مشترک

1.ورود آب: درزها به خصوص در پشت بام ها و زیرزمین ها مستعد نشت آب هستند.

راه حل: از غشاهای ضد آب استفاده کنید و به طور منظم آب بند اتصالات را بررسی کنید.

2 .Debris Accumulation: Expansion joints in roadways and bridges can accumulate debris, reducing functionality.

Solution: Implement regular maintenance schedules and use covers that prevent debris buildup.

2.تجمع زباله: درزهای انبساط در جاده ها و پل ها می توانند زباله ها را جمع کنند و عملکرد را کاهش دهند.

راه حل: برنامه های نگهداری منظم را اجرا کنید و از پوشش هایی استفاده کنید که از تجمع زباله جلوگیری می کند.

3 .Structural Integrity: Incorrect placement or poor-quality materials can compromise the structure.

Solution: Strict adherence to codes (like ACI and ASTM standards) and comprehensive inspections ensure performance.

These examples demonstrate the importance of correct joint design, material selection, and maintenance to ensure structural safety and durability. For more detailed images and case studies, refer to Re-Thinking The Future and Civil Engineering Knowledge Base.

3.یکپارچگی سازه: قرارگیری نادرست یا مواد بی کیفیت می تواند سازه را به خطر بیندازد.

راه حل: رعایت دقیق کدها) مانند استانداردهای ACI و (ASTM و بازرسی های جامع عملکرد را تضمین می کند.

این نمونه ها اهمیت طراحی صحیح اتصالات، انتخاب مواد و نگهداری را برای اطمینان از ایمنی و دوام سازه نشان می دهد. برای تصاویر دقیق تر و مطالعات موردی، به پایگاه دانش مهندسی عمران و آینده اندیشی مجدد مراجعه کنید.